

**FLEXIBLE LINE FOR HIGH FREQUENCY**

Patent Number: JP11136009  
Publication date: 1999-05-21  
Inventor(s): TAKENOSHITA TAKESHI; UCHIMURA HIROSHI; FUJII MIKIO; HAYASHI KATSURA  
Applicant(s): KYOCERA CORP  
Requested Patent: ☐ JP11136009  
Application Number: JP19970300927 19971031  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01P3/12  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a flexible line which enables the transmission of a high frequency signal such as a microwave and a millimeter wave, also has flexibility and enables a three-dimensional connection.

**SOLUTION:** This device is provided with a long dielectric tape 1 which is made from organic resin, etc., and bendable, a pair of conductor layers 2 and 3 which are formed on both surfaces of the tape 1 and viahole conductor groups 4 and 5 which electrically connect between the layers 2 and 3 and are arranged in two or more lines in the longitudinal direction of the tape 1 with less than 1/2 interval of propagating signal wavelength. Here, a high frequency signal is transmitted in an area that is surrounded by the pair of the layers 2 and 3 and the groups 4 and 5.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

Excerpt from  
Japanese Patent Laid-Open Publication NO. Hei 11-136009

[0011]

[Embodiment of the Invention]

Fig. 1 is a schematic perspective view for explaining the basic structure of the high frequency flexible line according to the present invention. Referring to Fig. 1, conductor layers 2 and 3 are formed on top and bottom surfaces, respectively, of a long dielectric tape 1 which is bendable and has a thickness  $t$ . In order to electrically connect between the conductive layers 2 and 3, via hole conductor groups 4 and 5 are arranged in two or more lines in the dielectric tape 1 with an interval between lines which equals to the width  $a$ . These via hole conductor groups 4 and 5 form side walls of a dielectric waveguide and are set so as to prevent leak of electromagnetic waves. With the above structure, the waveguide region corresponding  $t \times a$  is formed, and a signal is transmitted in the longitudinal direction within this region A.

[0012]

With the above structure, it is possible to prevent leak of electromagnetic wave through the side walls of the waveguide formed by the via hole conductor groups 4 and 5, by setting the interval  $b$  between the via hole conductors of the via hole conductor groups 4 and 5 to less than  $1/2$  of the propagating signal wavelength. However, because the interval  $b$  between the via hole conductors may partially be increased due to flexibility of the connection line when the connection line is bent, it is necessary to design such that any interval between the via hole conductors is less than  $1/2$  of the propagating signal wavelength. Here, it is desirable that both the thickness  $t$  of the dielectric tape 1 and the interval  $a$  between lines of the via hole conductor groups 4 and 5 be set between  $1/4$  to  $1/2$  of the wavelength at the cut-off frequency.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-136009

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月21日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>  
H 0 1 P 3/12

識別記号

F I  
H 0 1 P 3/12

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-300927  
(22) 出願日 平成9年(1997)10月31日

(71) 出願人 000006633  
京セラ株式会社  
京都府京都市伏見区竹田烏羽殿町6番地  
(72) 発明者 竹之下 健  
鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内  
(72) 発明者 内村 弘志  
鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内  
(72) 発明者 藤井 幹男  
鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

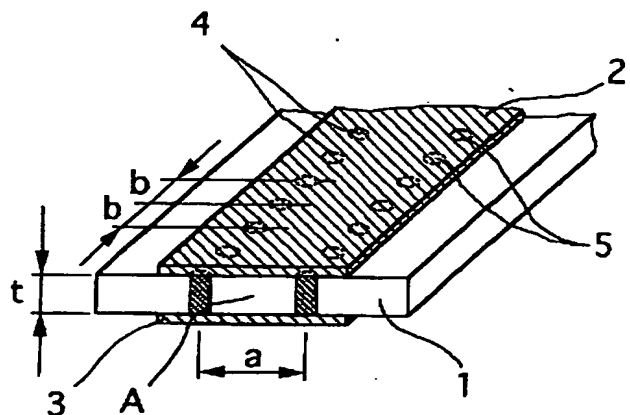
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高周波用フレキシブル線路

(57) 【要約】

【課題】 マイクロ波やミリ波等の高周波信号の伝送が可能であり、且つ屈曲性を有し、3次元的な接続が可能な高周波用フレキシブル線路を提供する。

【解決手段】 有機樹脂などのから形成される屈曲可能な長尺の誘電体テープ1と、誘電体テープ1の両面に形成された一対の導体層2、3と、導体層2、3間を電気的に接続し且つ誘電体テープ1の長手方向に、伝播する信号波長の1/2未満の間隔を置いて二列以上に配列されたビアホール導体群4、5を具備し、一対の導体層2、3と、ビアホール導体群4、5によって囲まれた領域に高周波信号を伝送させたフレキシブル線路を提供する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】少なくとも有機樹脂を含み、屈曲可能な長尺の誘電体テープと、該誘電体テープの両面に形成された一対の導体層と、該導体層間を電氣的に接続し且つ前記誘電体テープの長手方向に伝播信号波長の  $1/2$  未満の間隔を置いて二列以上に配列されたビアホール導体群を具備し、前記一対の導体層と、前記ビアホール導体群によって囲まれた領域に高周波信号を伝送させる高周波用フレキシブル線路。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マイクロ波、ミリ波等の高周波信号を伝送させるケーブルなどの接続用の線路に関し、具体的には、高周波配線基板間、高周波電子部品間、基板—電子部品間などを2次元または3次元に自由に接続可能なフレキシブルな接続線路に関する。

## 【0002】

【従来技術】マイクロ波帯、ミリ波帯等の高周波で用いられる高周波回路の伝送線路には小型で伝送損失が小さいことが求められる。従来、このような高周波用信号を伝送可能な伝送線路構造としては、同軸線路、ストリップ線路、マイクロストリップ線路、コプレナー線路、導波管、誘電体導波管等が知られている。

【0003】同軸線路、ストリップ線路、マイクロストリップ線路、コプレナー線路は、誘電体と導体層からなる信号線路とグラウンド板で構成されており、信号線路とグラウンド板の周囲の空間および誘電体中を電磁波が伝播される。また、誘電体として高誘電率の誘電体を用いれば、線路自体を小型に形成できるが、用いる誘電体の誘電損失や導体層における導体損が大きいために、特に1 GHz以上の高周波での伝送損失が大きいという問題があった。更に、マイクロストリップ線路とコプレナー線路は、信号線路がグラウンド板で完全に囲まれていないため、放射による損失が大きいという欠点があった。

【0004】一方、導波管は、内部が空洞の金属管からなるもので、金属管で囲まれた空間を電磁波が伝播されるため、高周波での伝送損失が小さく、放射損失も小さいという長所を有する反面、サイズが大きくなるという欠点があった。

【0005】また、誘電体導波管は、導波管における金属管内部の空間を誘電体で満たしたもので、導波管の優れた伝送特性を活かしながら小型化が可能である反面、導波管と比較して誘電体損失により伝送損失が大きくなるという欠点があった。

【0006】また、上記の高周波用伝送線路のうち、マイクロストリップ線路、ストリップ線路、コプレナー線路は、配線回路基板における絶縁基板表面に形成された配線回路層として利用されているのに対して、高周波用電子部品間や、高周波用配線基板間を接続するための接

続用線路としては、同軸線路、導波管、誘電体導波管が一般に用いられている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の接続用線路によれば、導波管や誘電体導波管は、金属管からなるために、剛性を有することから屈曲性に劣り、3次元的な自在な接続に対する制約が大きいものである。また、一般的な同軸線路は、導体線が埋め込まれた有機樹脂製の誘電体の周囲をメッシュ状の金属シートで被覆したものであるために、屈曲性に優れるものの、マイクロ波やミリ波などの1 GHz以上の高周波信号の伝送に対しては、前述した通り、誘電体損や導体損により伝送損失が大きいものであった。

【0008】従って、本発明は、マイクロ波やミリ波等の高周波信号の伝送が可能であり、且つ屈曲性を有し、3次元的な接続が可能な高周波用フレキシブル線路を提供することを目的とするものである。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明者等は、上記課題に対して検討を重ねた結果、少なくとも有機樹脂を含み、屈曲可能な長尺の誘電体テープに対して、その両面に一対の導体層を形成し、その導体層間を電氣的に接続し且つ誘電体テープの長手方向に、伝播する信号波長の  $1/2$  未満の間隔を置いて二列以上に配列されたビアホール導体群を形成することにより、一対の導体層と、ビアホール導体群により、疑似的な誘電体導波管を形成することにより、フレキシブル性を有し、且つ高周波信号の伝送損失に優れた接続線路を形成するものである。

【0010】かかる発明によれば、疑似的な誘電体導波管からなるために、マイクロ波やミリ波などの高周波信号の伝送においても低伝送損失で信号の伝達を行うことができるとともに、屈曲可能な長尺の誘電体テープを基材として用いているために、接続線路自体が屈曲可能であり、その結果、この疑似的な誘電体導波管を2次元あるいは3次元的な配線基板同士、電子部品同士、あるいは配線基板と電子部品との接続に適用することができる。例えば、高周波配線基板モジュールと、それを収納する筐体間の高周波信号の伝達のための接続線路や、動作時に振動などの変位を伴う高周波部品と、配線基板などとの接続に有効である。

## 【0011】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の高周波用フレキシブル線路の基本構造を説明するための概略斜視図である。図1によれば、屈曲可能な厚さ  $t$  の長尺の誘電体テープ1の上下面には、導体層2、3が形成されている。そして、この導体層2、3間を電氣的に接続するように、誘電体テープ1には、2列以上のビアホール導体群4、5が幅  $a$  の列間隔をもって配列されている。このビアホール導体群4、5は、誘電体導波管の側壁を形成するものであり、電磁波のもれが生じないように設定され

ている。上記の構成によれば、 $t \times a$ の導波管領域が形成され、この領域A内を長手方向に信号が伝送される。

【0012】なお、上記の構成において、ビアホール導体群4、5により形成する導波管の側壁において、電磁波が漏洩しないようにするには、ビアホール導体群4、5におけるビアホール導体間隔 $b$ を伝播信号波長の $1/2$ 未満の間隔に設定すればよい。但し、この間隔 $b$ は、接続線路のフレキシブル性から、屈曲時にビアホール導体間隔が部分的に広がる場合があるために、最大屈曲時においても、ビアホール導体間隔が常に伝播信号波長の $1/2$ 未満となるように設計することが必要である。なお、誘電体テープ1の厚さ $t$ およびビアホール導体群4、5の列間隔 $a$ は、いずれも遮断周波数における波長の $1/4 \sim 1/2$ に設定されることが望ましい。

【0013】ここで、長尺の誘電体テープ1は、少なくとも有機樹脂を含み、屈曲可能な誘電体であれば、特に限定するものではないが、望ましくは、ポリイミド、ポリエステル、ポリスルホン、ポリ4フッ化エチレン、ガラスエポキシ、アラミドなどの有機樹脂からなることが望ましい。なお、この有機樹脂中には、誘電特性、特に誘電率を高める上で、 $TiO_2$ 、 $BaTiO_2$ 、 $CaTiO_2$ などの高誘電率のセラミック粒子を分散含有させることも可能である。また、誘電体は、その誘電損失が小さいほど望ましい。

【0014】また、導体層2、3は、メッキ、金属箔、金属粉末を含有する導体ペースト、金属繊維の織布などから形成することができるが、導体層自体の屈曲性、安定性、ビアホール導体群4、5との接続信頼性の点で、厚みが $100 \mu m$ 以下の金属箔から構成することが最も望ましい。

【0015】さらに、ビアホール導体群4、5は、誘電体テープ1に対して所定箇所に金属線（ワイヤ）を差し込んだり、あるいは、誘電体テープ1にレーザーやマイクロドリル等によりビアホールを形成した後、金属粉末を含む導体ペーストを充填することにより形成することもできる。

【0016】なお、導体層2、3、ビアホール導体群4、5は、銅、金、銀、白金、アルミニウムの群から選ばれる1種または2種以上、あるいはそれらの合金から形成することが望ましい。特に、屈曲性、コストの点から銅、アルミニウムのうちの少なくとも1種を主成分とすることが最も望ましい。

【0017】また、図1の線路においては、ビアホール導体群は、2列に形成したが、このビアホール導体群は、図2に示すように、3列あるいはそれ以上に形成することも可能である。図2によれば、ビアホール導体群6、7、8が、それぞれの列間隔 $a$ をもって形成されている。かかる構成によれば、導体層2、3とビアホール導体群6、7によって囲まれた導波管領域B、導体層

2、3とビアホール導体群7、8によって囲まれた導波管領域Cにより2つの線路が形成されるものであり、この場合、ビアホール導体群7は、2つの導波管線路の側壁として共有されたものである。また、2つの導波管線路を形成する場合、共有することなく、それぞれ独立したビアホール導体群により側壁を形成しても当然よい。

【0018】さらに、図1あるいは図2に示したような線路は、絶縁性の樹脂中に埋設されていてもよく、例えば、図3に示すように、図1の線路を被覆樹脂9により全体を被覆したり、図4に示すように、導体層2、3の表面に、さらに樹脂テープ10を積層して保護することも可能である。

【0019】さらに、線路の終端部には、配線基板や電子部品と接続するために、フランジを形成して取付を容易にすることも可能である。

【0020】図1のフレキシブル線路の作製方法について説明すると、まず、屈曲可能な誘電体テープの表面に、導体層2、3を形成する。導体層2、3は、前述したように、電解あるいは無電解メッキにより形成するか、金属箔を接着または転写するか、または導体ペーストの印刷により形成するか、あるいは金属繊維の織布の接着により形成することができる。また、場合によっては、この導体層2、3に対して公知のエッチング処理を施し不要部分の導体層を除去することも可能である。

【0021】次に、導体層2、3を形成した誘電体テープ1に、導体層2、3を電氣的に接続するように、誘電体テープ1表面から垂直なビアホール導体を配列したビアホール導体群4、5を形成する。このビアホール導体群4、5は、例えば、誘電体テープ1に対して、導体層2、3を貫通して金属線（ワイヤ）を所定位置に埋め込むか、あるいはNCパンチやレーザ等でビアホールを所定位置に形成した後、導体ペーストを充填することにより形成される。

【0022】そして、場合によっては、加熱処理して誘電体テープを硬化させたり、あるいは図3、図4で示したように、保護用の樹脂9、10を形成することにより完成される。なお、誘電体テープ1に対してビアホール導体群4、5を先に形成した後、ビアホール導体群4、5を覆う位置に導体層2、3を形成してもよい。

【0023】

【実施例】比誘電率2.1、誘電正接0.0002（測定周波数60GHz）の厚さ1.3mm、長さ5cmのポリ4フッ化エチレンの誘電体テープの両面に厚さ $20 \mu m$ の銅箔を貼付した。そして、この銅箔の不要部分をフォトリソグラフィ法を用いてエッチング除去した。次にNCパンチャーにより伝播する信号波長の $1/2$ 未満の間隔（ $b=0.3mm$ ）で列間隔が2.6mmの2列のビアホールを開けた後、更にそのビアホール内に厚膜印刷法によりCu粉末と有機ビヒクルからなる金属ペーストを充填してビアホール導体群を形成してフレ

キシブル線路（試料No. 1）接続線路を作製した。

【0024】作製した接続線路の伝送特性をネットワークアナライザを用いて測定した結果、図5に示すように、遮断周波数は $f_0 = 39.8 \text{ GHz}$ 、 $S_{21} = -1.0 \text{ dB}$ であり、それ以上の周波数で信号が透過しており、導波管に類似した良好な伝送特性が得られた。

【0025】また、屈曲性について、作製した接続線路の両端をもって徐々に曲げ、伝送特性が変化した時の屈曲部の曲率半径を測定した結果、1 cmまでの屈曲が可

能であり、この結果、本発明の接続線路により3次元的に接続が可能な接続線路であることが確認できた。

【0026】また、同様に表1のように誘電体テープの材質および銅箔厚みを変える以外は上記と全く同様にしてフレキシブル線路（試料No. 2～4）を形成し上記と同様な評価を行い、良好な伝送特性と屈曲性を示した。

【0027】

【表1】

試料 No.	誘電体テープ			遮断 周波数 $f_0$	$S_{21}$ (dB)	屈曲性 (cm)
	材 質	誘電率	誘電正接			
2	ポリイミド	3.5	0.002	30.8	-8	2.0
3	ポリエステル	3.2	0.005	32.2	-14	2.5
4	ポリスルホン	3.2	0.008	32.0	-3	1.5

【0028】

【発明の効果】以上詳述した通り、本発明の高周波用フレキシブル線路によれば、マイクロ波、ミリ波の高周波信号を優れた伝送特性で伝送可能であり、且つ自在に屈曲可能であるために、高周波配線基板同士、高周波用電子部品同士、あるいは基板-電子部品同士を接続するための接続線路として2次元のみならず、3次元的な配線の接続が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の高周波用フレキシブル線路の基本的構造を説明するための概略斜視図である。

【図2】本発明の高周波用フレキシブル線路の応用例を説明するための概略斜視図である。

【図3】本発明の高周波用フレキシブル線路の他の応用例を説明するための概略斜視図である。

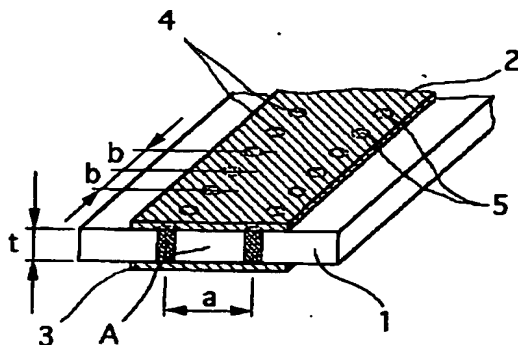
【図4】本発明の高周波用フレキシブル線路のさらに他の応用例を説明するための概略斜視図である。

【図5】本発明の実施例における高周波用フレキシブル線路の伝送特性を示す図である。

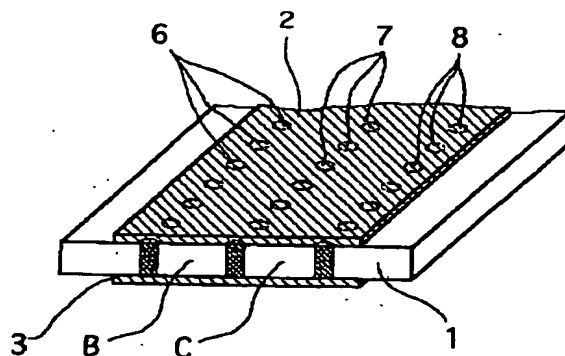
【符号の説明】

- 1 誘電体テープ
- 2, 3 導体層
- 4, 5, 6, 7, 8 ピアホール導体群
- 9 被覆樹脂
- 10 樹脂テープ

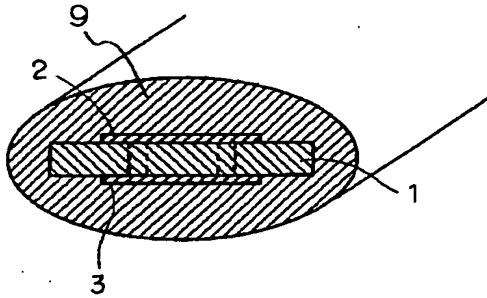
【図1】



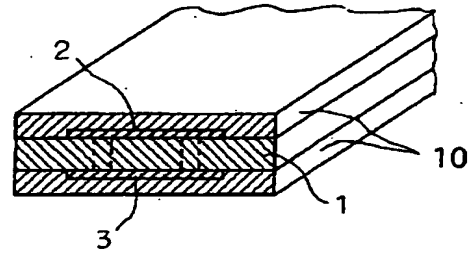
【図2】



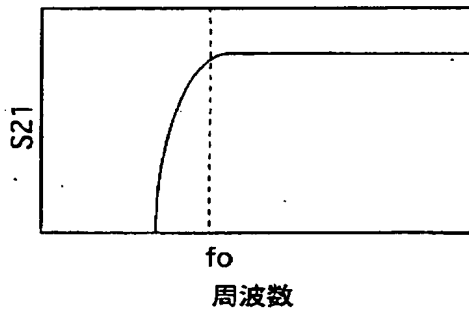
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 林 桂  
鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株  
式会社総合研究所内